



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑦① Aktenzeichen: 198 37 859.9  
⑦② Anmeldetag: 20. 8. 98  
⑦④ Offenlegungstag: 11. 3. 99

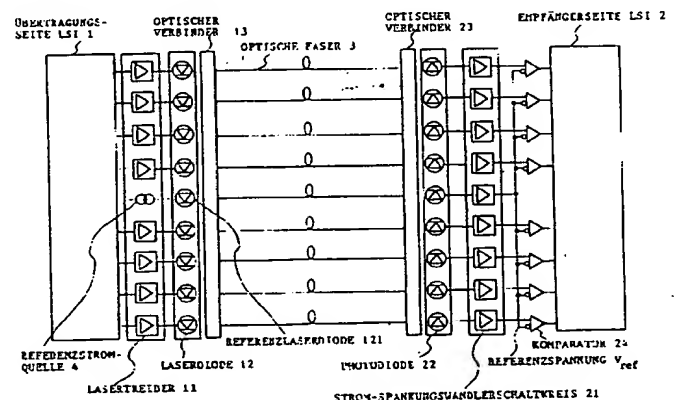
⑦③ Unionspriorität:  
9-223856 20. 08. 97 JP  
  
⑦① Anmelder:  
Advantest Corp., Tokio/Tokyo, JP  
  
⑦④ Vertreter:  
von Bülow, T.,  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr. rer. pol., Pat.-Anw.,  
81545 München

⑦② Erfinder:  
Okayasu, Toshiyuki, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑦④ Optische Signalübertragungsvorrichtung und optisches Signalübertragungsverfahren

⑦⑤ Eine parallele optische Signalübertragungsvorrichtung überdrückt ein Energiequellenrauschen, eine Drift und zeitliche Schwankungen und eine durch Temperaturschwankungen verursachte Drift. Die parallele optische Signalübertragungsvorrichtung weist eine Referenzstromquelle 4 auf, die als Gleichstromreferenzstrom einen Sollwert liefert, der einem vorgegebenen Verhältnis eines Treiberstroms des Lasertreibers 11 entspricht, der auf der Übertragungsseite angeordnet ist, und eine Referenzlaserdiode 121, die, angesteuert durch den Gleichstromreferenzstrom, ein optisches Standardreferenzsignal emittiert und auf der Übertragungsseite angeordnet ist. Ein Spannungssignal, das dem Gleichstromreferenzstrom entspricht, der durch den Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 umgewandelt worden ist, wird als Referenzspannung  $V_{ref}$  dem Komparator 24 aufgeprägt.



## Hintergrund der Erfindung

## 1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine optische Signalübertragungsvorrichtung, eine Signalweiterleitungsvorrichtung und ein optisches Signalübertragungsverfahren und insbesondere auf eine optische Signalübertragungsvorrichtung, eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung und ein optisches Signalübertragungsverfahren, das eine Vielzahl elektrischer Signale in optische Signale umwandelt und diese optischen Signale stapelweise über optische Fasern überträgt.

## 2. Beschreibung des verwandten Standes der Technik

Ein Ausführungsbeispiel einer herkömmlichen optischen Signalübertragungsvorrichtung wird unter Bezugnahme auf Fig. 1 erläutert. In Fig. 1 bezieht sich das Bezugszeichen 1 auf eine Übertragungsseite LSI, die durch ein CMOS, Bi-CMOS, einen Zweipol, GaAs oder ähnliches gebildet ist, die ein logischer Schaltkreis zum einzelnen Verarbeiten einer Vielzahl elektrischer Signale ist. Bezugszeichen 11 bezieht sich auf einen Lasertreiber, zum Verstärken eines von der Übertragungsseite LSI 1 ausgegebenen Signals. Das Bezugszeichen 12 bezieht sich auf eine Laserdiode oder auf ein Laserdiodenfeld, das ein optisches Signal erzeugt, welches diesem elektrischen Ausgangssignal entspricht, welches durch das ausgegebene elektrische Signal angesteuert wird, welches durch den Lasertreiber 11 verstärkt worden ist. Das Bezugszeichen 13 bezieht sich auf einen optischen Verbinder. Das Bezugszeichen 3 bezieht sich auf eine optische Faser oder ein optisches Faserband. Die Laserdiode 12 ist mit der optischen Faser 3 über den optischen Verbinder 13 optisch gekoppelt. Das optische Signal, das durch die Laserdiode 12 erzeugt wird, wird nach außen über die optische Faser 3 abgegeben.

Das Bezugszeichen 2 bezieht sich auf eine Empfängerseite LSI, die aus einem CMOS, einem Bi-CMOS, einem Zweipol, GaAs oder ähnliches besteht, die ein logischer Schaltkreis zum einzelnen Verarbeiten einer Vielzahl elektrischer Signale ist. Das Bezugszeichen 22 bezieht sich hier auf eine Photodiode oder ein Photodiodenfeld. Das Bezugszeichen 23 bezieht sich auf einen empfängerseitigen optischen Verbinder. Die Photodiode 22 ist optisch mit der optischen Faser 3 über den optischen Verbinder 23 gekoppelt. Die Photodiode 22 wandelt das optische Signal photoelektrisch, das von außen über die optische Faser 3 übertragen worden ist, in einen elektrischen Strom um, der dem ursprünglichen elektrischen Signal entspricht. Das abgegebene elektrische Stromsignal der Photodiode 22 wird einem Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 zugeführt, der das abgegebene elektrische Stromsignal der Photodiode 22 in ein Spannungssignal umwandelt. Das Bezugszeichen 24 bezieht sich auf einen Komparator. Das Spannungssignal, das von dem Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 abgegeben wird, wird einem Eingangsanschluß des Komparators 24 zugeführt. Eine Referenzspannung  $V_{ref}$  wird dem anderen Eingangsanschluß des Komparators 24 zugeführt.

Wie oben erläutert worden ist, wird das ausgegebene elektrische Signal der Übertragungsseite LSI 1 dem Lasertreiber 11 zugeführt, wenn von der Übertragungsseite LSI 1 ein Signal an die Empfängerseite LSI 2 über die optische Faser übertragen wird. Die Laserdiode 12 wird dann durch das Ausgangssignal der Übertragungsseite LSI 1 angesteuert. Die Photodiode 22 empfängt über den empfängerseitigen op-

tischen Verbinder 23 das optische Signal, das über den optischen Verbinder 13 und die optische Faser 3 übertragen worden ist. Die Photodiode 22 erzeugt dann einen elektrischen Stromsignalimpuls. Der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 wandelt den elektrischen Stromsignalimpuls, der durch die Photodiode 22 erzeugt worden ist, in ein Spannungssignal um. Der Komparator 24 vergleicht dann das Spannungssignal mit der Referenzspannung  $V_{ref}$ . Das Spannungssignal wird dann als logisches Signal der Empfängerseite LSI 2 zugeführt.

Die Treiberstrom-Emissionsleistungs-Charakteristik der Laserdiode 12 ist hier empfindlich gegen Temperaturveränderungen. Bezeichnender Weise ändert sich die Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 12 wie sich die Umgebungstemperatur der Laserdiode 12 und die Menge der selbsterzeugten Wärme ändern. Die Änderung der Emissionsleistungsintensität führt zu einer Verschlechterung der zeitlichen Genauigkeit des Übertragungssignals. Die Veränderung der Energiequellen-Spannung der Laserdiode 12 verschlechtert ebenfalls die zeitliche Genauigkeit.

## Zusammenfassung der Erfindung

Angesichts dieser Probleme ist es ein Ziel der Erfindung, eine optische Signalübertragungsvorrichtung und ein optisches Signalübertragungsverfahren anzugeben, die zur Lösung der oben genannten Probleme geeignet sind. Das Ziel der vorliegenden Erfindung kann durch eine Merkmalskombination erreicht werden, die in den unabhängigen Ansprüchen der vorliegenden Erfindung beschrieben sind. Die unabhängigen Ansprüche der vorliegenden Erfindung geben weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung an. Diese Erfindung schafft eine parallele optische Signalübertragungsvorrichtung, die eine Laserdiode und eine Photodiode aufweist, die zeitliche Schwankungen und eine Drift unterdrücken, die durch ein Energiequellenrauschen, eine Drift und Temperaturänderungen erzeugt werden, womit das oben beschriebene Probleme gelöst ist.

Gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen, die einen Lasertreiber zum Verstärken des zu übertragenden Signals aufweist und eine optische Signallaserdiode zum Erzeugen eines optischen Signals, das auf dem elektrischen Signal basiert. Diese optische Signalübertragungsvorrichtung weist eine Referenzstromquelle auf, die als Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt und eine Laserdiode, die das Referenzlicht erzeugt und die durch den Referenzstrom angesteuert wird.

Gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben wird, die eine Vielzahl von Lasertreibern aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale erzeugen.

Gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die erste oder zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Laserdiode und die Referenzlaserdiode als Laserdiodenfeld angeordnet sind.

Gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der ersten bis dritten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Referenzstromquelle als Referenzstrom annähernd den 1/2 Maximalstromwert des elektrischen Signals abgibt.

Gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der ersten vier Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Referenzlaserdiode ständig das Standardreferenzlicht abgibt.

Gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist eine Übertragungseinheit auf, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal überträgt, mit einem Lasertreiber zum Verstärken des elektrischen Signals, einer optischen Signallaserdiode, die das optische Signal abgibt, basierend auf dem elektrischen Signal, das der Lasertreiber verstärkt hat, einer Referenzstromquelle, die als übertragungsseitigen Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt und eine Referenzlaserdiode, die Standardreferenzlicht abgibt, basierend auf dem übertragungsseitigen Referenzstrom. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist ferner eine optische Faser zum Weiterleiten des optischen Signals auf und eine Empfangseinheit, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser weitergeleitet wird. Die Empfangseinheit weist eine Stromsignalphotodiode auf, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist und wandelt das empfangene optische Signal in ein entsprechendes Stromsignal um, eine Referenzstromphotodiode, die das Standardreferenzlicht empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist und die das Standardreferenzlicht in einen entsprechenden empfangsseitigen Referenzstrom umwandelt, und einen Strom-Spannungswandlerschaltkreis, der das Stromsignal und den empfangsseitigen Referenzstrom in ein Spannungssignal bzw. in eine Referenzspannung umwandelt und einen Komparator, der das Spannungssignal mit der Referenzspannung vergleicht.

In der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Übertragungseinheit eine Vielzahl von Lasertreibern aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale abgeben.

Gemäß der achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Empfangseinheit eine Vielzahl von Komparatoren aufweist, die parallel eine Vielzahl von Spannungssignalen mit der Referenzspannung parallel vergleichen.

Gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der Ausführungsformen sechs bis acht der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die optische Signallaserdiode und die Referenzlaserdiode als Laserdiodenfeld angeordnet sind.

Gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie in einer der Ausführungsformen sechs bis neun der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Referenzstromquelle als übertragungsseitigen Referenzstrom annähernd  $1/2$  des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt.

Gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der Ausführungsformen sechs bis zehn der vorliegenden Erfindung beschrieben ist,

derart, daß die Referenzlaserdiode ständig Standardreferenzlicht abgibt.

Gemäß der zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der Ausführungsformen sechs bis elf der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Übertragungseinheit ferner eine Übertragungsseite LSI aufweist, die das elektrische Signal abgibt und daß der Lasertreiber und die Referenzstromquelle in die Übertragungsseite LSI integriert sind.

Gemäß der dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der Ausführungsformen sechs bis zwölf der Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Empfangseinheit ferner eine Empfangsseite LSI aufweist, die ein Vergleichsergebnis des Komparators in ein entsprechendes ursprüngliches elektrisches Signal umwandelt.

Gemäß der vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die dreizehnte Ausführungsform gemäß der Erfindung beschrieben ist, derart, daß der Stromspannungswandlerschaltkreis und der Komparator in die Empfangsseite LSI integriert sind.

Gemäß der fünfzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der Ausführungsformen sechs bis vierzehn der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Übertragungseinheit ferner einen Emissionsleistungskompensationsschaltkreis einer Kompensierungsdiode aufweist, die einen Teil des von der Referenzlaserdiode abgegebenen Lichts empfängt, die das empfangene abgegebene Licht in einen entsprechenden Kompensierungsstrom umwandelt und den Kompensierungsstrom abgibt. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist ferner einen Kompensierungsstrom-Spannungswandlerschaltkreis auf, der den Kompensierungsstrom, den die Kompensierungsphotodiode erzeugt hat, in eine Kompensierungsspannung umwandelt und die Kompensierungsspannung abgibt. In diesem Fall führt der Emissionsleistungskompensationsschaltkreis die Kompensierungsspannung, die der Kompensierungsstrom-Spannungswandlerschaltkreis abgegeben hat, zurück zum Lasertreiber und zur Referenzstromquelle.

Gemäß der sechzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen. Diese optische Signalübertragungsvorrichtung weist einen Lasertreiber zum Verstärken eines zu übertragenden elektrischen Signals auf, eine Referenzstromquelle, die als Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis des Strommaximalwerts des elektrischen Signals abgibt, eine Laserdiode, die ein optisches Signal und Standardreferenzlicht abgibt, die auf dem elektrischen Signal bzw. dem Referenzstrom basieren und einen Schalter auf der Übertragungsseite, der die Laserdiode wahlweise mit dem Lasertreiber oder der Referenzstromquelle verbindet.

Gemäß der siebzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die sechzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, die eine Vielzahl der Lasertreiber aufweist, welche eine Vielzahl der elektrischen Signale parallel erzeugen.

Gemäß der achtzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist eine Übertragungseinheit auf, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal überträgt, mit einem Lasertreiber zum

Verstärken des elektrischen Signals, einer Referenzstromquelle, die einen übertragungsseitigen Referenzstrom als vorgegebenes Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt, eine Laserdioden, die das optische Signal basierend auf dem elektrischen Signal, welches der Lasertreiber verstärkt hat, und Standardreferenzlicht basierend auf dem übertragungsseitigen Referenzstrom abgibt und mit einem übertragungsseitigen Schalter, der die Laserdioden wahlweise mit dem Lasertreiber oder mit der Referenzstromquelle verbindet und mit einer optischen Faser zum Weiterleiten des optischen Signals. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist ferner eine Empfangseinheit auf, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser weitergeleitet wird, mit einer Photodiode, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist, die das optische Signal in ein entsprechendes Stromsignal umwandelt, die das Standardreferenzlicht empfängt und das Standardreferenzlicht in einen entsprechenden empfangsseitigen Referenzstrom umwandelt, mit einem Strom-Spannungswandlerschaltkreis, der das Stromsignal und den empfangsseitigen Referenzstrom in ein Spannungssignal bzw. eine Referenzspannung umwandelt und mit einem Komparator, der das Spannungssignal mit der Referenzspannung vergleicht.

Gemäß der neunzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die achtzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Übertragungseinheit eine Vielzahl der Lasertreiber aufweist, welche parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale erzeugen.

Gemäß der zwanzigsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die neunzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Empfangseinheit eine Vielzahl der Komparatoren aufweist, die parallel eine Vielzahl der Spannungssignale mit der Referenzspannung vergleichen.

Gemäß der einundzwanzigsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch eine der Ausführungsformen achtzehn bis zwanzig der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Empfangseinheit ferner einen Referenzspannungserzeugungsschaltkreis aufweist, der die Referenzspannung dem Komparator zuführt.

Gemäß der 22. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die 21. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Empfangseinheit ferner auf der Empfangsseite einen Schalter aufweist, der Referenzspannung dem Referenzspannungserzeugungsschaltkreis zuführt, wenn der Strom-Spannungswandlungsschaltkreis die Referenzspannung erzeugt.

Gemäß der 23. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die achtzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß der Schalter auf der Übertragungsseite periodisch an die Referenzstromquelle geschaltet wird.

Gemäß der 24. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen, wie sie durch die 23. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß eine Periode, in der der Schalter auf der Übertragungsseite an die Referenzstromquelle geschaltet wird, so festgelegt ist, daß die Schwankung der Emissionsleistungsintensität der Laserdioden nicht um einen großen Wert während der Periode ansteigt.

Gemäß der 25. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals von einer Übertragungseinheit geschaffen, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal über eine optische Faser zum Weiterleiten des optischen Signals an eine Empfangseinheit zum Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist, überträgt. Dieses Verfahren besteht aus den Schritten Abgeben des elektrischen Signals durch die Übertragungseinheit, periodisches Abgeben eines übertragungsseitigen Referenzstroms mit einem vorgegebenen Verhältnis des Maximalstromwert des elektrischen Signals der Übertragungseinheit, Abgeben des optischen Signals an die optische Faser, basierend auf dem elektrischen Signal, und Abgeben von Standardreferenzlicht an die optische Faser, basierend auf dem übertragungsseitigen Referenzstrom der Übertragungseinheit, Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet wird und Umwandeln des optischen Signals in ein entsprechendes Stromsignal und Empfangen des Standardreferenzlichts, das durch die optische Faser weitergeleitet wurde und Umwandeln des Standardreferenzlichts in einen entsprechenden empfangsseitigen Referenzstrom in der Empfangseinheit, Umwandeln des Stromsignals in ein Spannungssignal und Umwandeln des empfangsseitigen Referenzstroms in eine Referenzspannung in der Empfangseinheit und Vergleichen des Spannungssignals mit der Referenzspannung in der Empfangseinheit.

Gemäß der 26. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals geschaffen, wie es durch die 25. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß eine Vielzahl der elektrischen Signale während des Schritts des Abgebens des elektrischen Signals parallel erzeugt werden.

Gemäß der 27. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals einer Übertragungseinheit geschaffen, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal über eine optische Faser zum Weiterleiten des optischen Signals an eine Empfangseinheit zum Empfangen des optischen Signals überträgt, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist. Dieses Verfahren besteht aus den Schritten, Abgeben des elektrischen Signals durch die Übertragungseinheit, periodisches Abgeben eines positiven Stroms mit einem Wert, der größer als ein vorgegebenes Verhältnis eines Maximalstromwerts des elektrischen Signals ist und eines negativen Stroms mit einem Wert, der kleiner als das vorgegebene Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals der Übertragungseinheit ist, Abgeben des optischen Signals an die optische Faser, basierend auf dem elektrischen Signal, Abgeben eines positiven Referenzlichts an die optische Faser, basierend auf dem positiven Strom, und Abgeben eines negativen Referenzlichts an die optische Faser, basierend auf dem negativen Strom der Übertragungseinheit, Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist und Umwandeln des optischen Signals in ein entsprechendes Stromsignal, Empfangen des positiven Referenzlichts, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist und Umwandeln des positiven Referenzlichts in einen entsprechenden positiven Strom und Empfangen des negativen Referenzlichts, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist und Umwandeln des negativen Referenzlichts in einen entsprechenden negativen Strom in der Empfangseinheit, Umwandeln des Stromsignals, das dem entsprechenden optischen Signal entspricht, in ein Spannungssignal in der Empfangseinheit, Erzeugen einer Referenzspannung in der Empfangseinheit, basierend auf dem positi-

ven Strom und dem negativen Strom, und Vergleichen des Spannungssignals mit der Referenzspannung in der Empfangseinheit.

Gemäß der 28. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals vorgeschlagen, wie es durch die 27. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß eine Vielzahl der elektrischen Signale während des Schritts des Erzeugens des elektrischen Signals parallel erzeugt werden.

Gemäß der 29. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung geschaffen. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist eine Übertragungseinheit auf, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal überträgt, mit einem Lasertreiber zum Verstärken des elektrischen Signals, einer Binärsignalquelle, die ein binäres Ausgangssignal mit einem vorgegebenen Tastverhältnis an den Lasertreiber abgibt und mit einer Laserdiode, die das optische Signal abgibt, basierend auf dem elektrischen Signal, und ein Binärreferenzlicht, basierend auf dem Binärausgang. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist eine optische Faser zum Weiterleiten des optischen Signals auf. Diese optische Signalweiterleitungsvorrichtung weist ferner eine Empfangseinheit auf, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser weitergeleitet wird, mit einer Photodiode, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist, die das optische Signal in ein entsprechendes Stromsignal umwandelt, die das binäre Referenzlicht empfängt und das binäre Referenzlicht in einen entsprechenden binären Referenzstrom umwandelt, mit einem Strom-Spannungswandlerschaltkreis, der das Stromsignal und den binären Referenzstrom in ein Spannungssignal bzw. in eine binäre Referenzspannung umwandelt, einen Glättungsschaltkreis, der eine Referenzspannung erzeugt, basierend auf der Referenzspannung bzw. auf dem Tastverhältnis und mit einem Komparator, der das Spannungssignal mit der Referenzspannung vergleicht.

Gemäß der 30. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals vorgeschlagen, wie es durch die 29. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Übertragungseinheit eine Vielzahl der Lasertreiber aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale erzeugen.

Gemäß der 31. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals vorgeschlagen, wie es durch die 30. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Empfangseinheit eine Vielzahl der Komparatoren aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale mit der Referenzspannung vergleichen.

Gemäß der 32. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals vorgeschlagen, wie es durch eine der Ausführungsformen 29 bis 31 der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, derart, daß die Binärsignalquelle eine Taktsignalquelle ist.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein herkömmliches Ausführungsbeispiel einer parallelen optischen Signalweiterleitungsvorrichtung.

Fig. 2 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrich-

tung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 6 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 7 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 8 zeigt eine optische Signalweiterleitungsvorrichtung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Referenzspannungserzeugungsschaltkreises 65.

Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Referenzspannungserzeugungsschaltkreises 65.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die folgenden Ausführungsbeispiele beschränken jedoch nicht den Umfang der vorliegenden Erfindung, die in den Ansprüchen beschrieben ist. Vielmehr sind nicht alle Merkmalskombinationen, die in den Ausführungsbeispielen beschrieben sind, notwendigerweise für die Lösung der vorliegenden Erfindung erforderlich.

Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 2 erläutert. In Fig. 2 beziehen sich diejenigen Bezugszeichen, die mit denen in Fig. 1 übereinstimmen, auf die gleichen Komponenten. Eine Anordnung zur Übertragung eines optischen Signals auf eine optische Faser wird als Übertragungseinheit bezeichnet. Eine Anordnung zum Empfangen eines optischen Signals von einer optischen Faser wird als Empfangseinheit bezeichnet. In Fig. 2 weist die Übertragungseinheit eine Übertragungsseite LSI 1 auf, eine Referenzstromquelle 4, einen Lasertreiber 11, eine Laserdiode 12 und einen optischen Verbinder 13. Die Empfangseinheit weist ferner einen optischen Verbinder 23 auf, eine Photodiode 22, einen Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21, einen Komparator 24 und eine Empfangsseite LSI 2.

Wie in Fig. 1 wird in Fig. 2 ein von der Übertragungsseite LSI 1 abgegebenes elektrisches Signal einem Lasertreiber 11 zugeführt. Eine Laserdiode 12 wird dann entsprechend dem Ausgangssignal der Übertragungsseite LSI 1 angesteuert. Ein optisches Signal wird über einen optischen Verbinder 13 und eine optische Faser 3 übertragen. Eine Photodiode 22 empfängt das optische Signal über einen empfangsseitigen optischen Verbinder 23. Die Photodiode 22 emittiert dann einen elektrischen Stromsignalimpuls. Der durch die Photodiode 22 emittierte elektrische Stromsignalimpuls wird dann durch einen Stromspannungswandlerschaltkreis 21 in ein Spannungssignal umgewandelt. Ein Komparator 24 vergleicht das Spannungssignal mit einer Referenzspannung  $V_{ref}$ . Das Spannungssignal wird dann als logisches Signal der Empfangsseite LSI 2 zugeführt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Übertragungsseite mit einer Referenzstromquelle 4 ausgestattet, die einen konstanten Strom abgibt. Ein Strom, der gleich einem vorgegebenen Verhältnis des Treiberstroms des Lasertreibers 11 ist, z. B.  $1/2$  des Stroms wird als Gleichstromreferenzstrom von der Referenzstromquelle 4 abgegeben. Auf diese

Weise wird eine einzelne Referenzlaserdiode 121 dazu gebracht, ständig Licht abzugeben. Das von der Laserdiode emittierte Licht wird als optisches Standardreferenzsignal verwendet. Dieses optische Standardreferenzsignal wird ebenfalls über denselben Übertragungsweg übertragen, wie der Übertragungsweg zum Übertragen anderer optischer Signale. Mit anderen Worten, eine weitere Laserdiode, die identisch mit der Laserdiode 12 ist, die zum Übertragen anderer optischer Signale verwendet wird, wird in der gleichen Weise wie die Referenzlaserdiode 121 installiert und verwendet. Der gleiche optische Verbinder 13, die gleiche optische Faser 3, der gleiche empfangsseitige optische Verbinder 23, die gleiche Diode 22 und der gleiche Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21, der zur Übertragung anderer Signale verwendet wird, werden zur Übertragung des optischen Standardreferenzsignals verwendet. Das Spannungssignal, das dem Gleichstromreferenzstrom entspricht, der durch den Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 umgewandelt wird, wird als Referenzspannung  $V_{ref}$  für alle empfangsseitigen Komparatoren 24 verwendet.

Wie oben erklärt worden ist, ändert sich die Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 12 auf der Übertragungsseite infolge der Veränderung der Umgebungstemperatur der Laserdiode 12 und infolge der selbsterzeugten Wärme der Laserdiode 12. Folglich verschlechtert sich die zeitliche Exaktheit des Übertragungssignals. Die zeitliche Exaktheit wird ferner verschlechtert, da die Energiequellenspannung der Laserdiode 12 sich verändert. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird jedoch eine Laserdiode, die identisch mit der Laserdiode 12 zur Übertragung optischer Signale ist, in der gleichen Weise installiert. Diese Laserdiode wird als Referenzlaserdiode 121 verwendet. Die Referenzlaserdiode 121 wird daher durch fast den gleichen Veränderungsgrad in der Umgebungstemperatur und durch fast die gleiche Menge selbsterzeugter Wärme beeinflusst wie die Laserdiode 12, die optische Signale überträgt. Mit anderen Worten, erfährt das Spannungssignal, das einem Eingangsanschluß aller empfangsseitigen Komparatoren 24 zugeführt wird, den gleichen Veränderungsgrad der Umgebungstemperatur und die gleiche Veränderungsmenge selbsterzeugter Wärme wie die Referenzspannung  $V_{ref}$ , die dem anderen Eingangsanschluß zugeführt wird. In ähnlicher Weise erfährt in dem Fall, in dem sich die Energiequellenspannung der Laserdiode 12 verändert, das Spannungssignal, das einem Eingangsanschluß aller empfangsseitigen Komparatoren 24 zugeführt wird, denselben Veränderungswert in der Energiequellenspannung wie die Referenzspannung  $V_{ref}$ , die dem anderen Eingangsanschluß zugeführt wird. Das Eingangssignal, das einem Anschluß des Komparators 24 zugeführt wird, enthält denselben Veränderungswert wie das Eingangssignal, das dem anderen Eingangsanschluß des Komparators 24 zugeführt wird. Selbst wenn die Veränderung der Umgebungstemperatur der Laserdiode, die Veränderung des Werts der selbsterzeugten Wärme der Laserdiode 12 und die Änderung der Energiequellenspannung der Laserdiode 12 zu einer Veränderung der optischen Intensität des Übertragungssignals führen, heben somit die Änderungswerte der beiden Eingangsanschlüsse einander auf. Folglich kann die Verschlechterung der zeitlichen Exaktheit vermieden werden.

Um an dieser Stelle ein zweites Ausführungsbeispiel zu erläutern, wird für die Vielzahl der Laserdioden 12 der parallelen optischen Signalübertragungsvorrichtung ein Laserdiodenfeld verwendet. Wenn die Laserdioden 12 in einem Feld angeordnet sind, sind die einzelnen Laserdioden thermisch eng miteinander gekoppelt. Die Tatsache, daß die einzelnen Laserdioden eng miteinander gekoppelt sind, bedeutet, daß die selbsterzeugte Wärme, die durch die einzelnen

Laserdioden erzeugt wird, zueinander-geleitet wird und einander aufheben. Folglich heben auch die Veränderungen in der Charakteristik, die durch die Veränderung der selbsterzeugten Wärme der Laserdiode erzeugt werden, einander auf. Wie oben erläutert worden ist, kann die Eigenschaftsänderung, die durch die selbsterzeugte Wärme der Laserdioden verursacht ist, aufgehoben werden, wenn die Vielzahl der Laserdioden als Laserdiodenfeld angeordnet sind, was ein Vorteil ist.

Ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 3 erläutert.

In Fig. 3 sind die Laserdiodentreiber 11 und die Referenzstromquelle 4 innerhalb der Übertragungsseite LSI angeordnet, die zusammen mit anderen logischen Schaltkreisen ein logischer Schaltkreis zum einzelnen Verarbeiten mehrerer elektrischer Signale ist. Der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 und die Komparatoren 24 sind innerhalb der Empfangsseite LSI 2 angeordnet, die ein logischer Schaltkreis zum Umwandeln übertragener optischer Signale in elektrische Ursprungssignale ist, zusammen mit anderen logischen Schaltkreisen.

Wie oben erläutert worden ist, sind die Vielzahl der Laserdioden durch Anordnen der Lasertreiber 11 und der Referenzstromquelle 4 in der Übertragungsseite LSI 1 zusammen mit anderen logischen Schaltkreisen thermisch eng miteinander gekoppelt. Somit hat das in Fig. 3 gezeigte Ausführungsbeispiel zusätzlich zu dem Vorteil des ersten Ausführungsbeispiels den Vorteil des zweiten Ausführungsbeispiels. Durch Anordnen der Photodioden 22 innerhalb der Empfangsseite LSI 2 zusammen mit anderen logischen Schaltkreisen, kann eine hohe Packungsdichte ohne irgendeinen externen Schaltkreis erreicht werden. Ferner sind weitere Schaltkreise, die Lasertreiber 11 und die Referenzstromquelle 4 in der Übertragungsseite LSI 1 angeordnet und Signale werden in einem Chip empfangen, der in der Empfangsseite LSI 2 angeordnet ist. Somit kann die verbrauchte Menge an Energie infolge der Signalübertragung erheblich reduziert und die Arbeitsweise des Schaltkreises kann beschleunigt werden.

Ein viertes Ausführungsbeispiel wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 erläutert. In dem vierten Ausführungsbeispiel ist ein Emissionsleistungskompensierungsschaltkreis 5 zur Stabilisierung des Absolutwertes der Emissionsleistung der Laserdiode 12 vorgesehen. Dieser Emissionsleistungskompensierungsschaltkreis 5 besteht aus einer Kompensierungsphotodiode 51 zum Empfangen eines Teils des Lichts, der Referenzlaserdiode 121, die Licht gesteuert durch die Referenzstromquelle 4 emittiert und aus einem Kompensierungsstrom-Spannungswandlerschaltkreis 52 zum Umwandeln des Ausgangsstromsignals der Kompensierungsphotodiode 51 in ein Spannungssignal. Der Ausgang des Kompensierungsstrom-Spannungswandlerschaltkreises 52 wird an jeden der Lasertreiber 11 und an die Referenzstromquelle 4 rückgeführt.

Der Emissionsleistungskompensierungsschaltkreis 5 stabilisiert den Absolutwert der Emissionsleistung der Laserdiode 12 durch Regelung dieser Ausgangsströme auf einen konstanten Wert.

Durch gemeinsames Verwenden des oben erläuterten Emissionsleistungskompensierungsschaltkreises 5 wird die Stromtreiber-Emissionsleistungscharakteristik der Laserdiode 12 weiter stabilisiert.

Ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 5 erläutert. Bei dem fünften Ausführungsbeispiel wird ein optisches Standardreferenzsignal periodisch über eine optische Faser 3 übertragen. Wie in der Zeichnung gezeigt ist, ist in der Übertragungsseite LSI 1 ein erster Schalter 61 angeordnet. Ein



zweiter Schalter 64 und ein Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 sind auf der Empfangsseite LSI 2 angeordnet.

Auf der Übertragungsseite LSI 1 verbindet der Schalter 61 wahlweise die Laserdiode 63 mit dem Lasertreiber 62 oder der Referenzstromquelle 4. Um das vorliegende Ausführungsbeispiel verständlich zu machen, wurden für die Lasertreiber 62 und die Laserdiode 11 und für die Laserdiode 63 und die Laserdiode 12 unterschiedliche Bezugszeichen vergeben. Der Lasertreiber 61 kann jedoch identisch mit dem Lasertreiber 11 sein und die Laserdiode 63 kann identisch mit der Laserdiode 12 sein.

Wie oben erläutert worden ist, verändert sich die Emissionsleistungsintensität einer Laserdiode wie die Umgebungstemperatur und wie die Menge der selbsterzeugten Wärme der Laserdiode. Die Veränderung der Emissionsleistungsintensität verschlechtert die zeitliche Exaktheit eines Übertragungssignals. Deshalb muß die Periode zur Übertragung des optischen Standardreferenzsignals so bestimmt sein, daß die Schwankung der Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 12 während der Periode nicht groß wird. Beispielsweise stellt der Schalter 61 einmal in einer Periode von mehreren Sekunden eine Verbindung mit der Referenzstromquelle 4 her. Folglich wird das optische Standardreferenzsignal in mehreren Sekunden einmal durch die optische Faser 3 übertragen. Das optische Standardreferenzsignal kann im Einzelfall mit einer längeren oder kürzeren Periode übertragen werden. Wenn der Schalter 61 mit dem Lasertreiber 62 verbunden ist, erzeugt die Laserdiode 63 wie die anderen Dioden 12 ein optisches Signal. Auf der Empfangsseite LSI 2 wird das optische Signal, das von der Laserdiode 33 erzeugt worden ist oder das optische Standardreferenzsignal dem Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 zugeführt.

Der Schalter 64 selektiert den Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 synchron mit dem Schalter 61. Mit anderen Worten, wenn der Schalter 61 mit einer vorgegebenen Periode auf die Seite der Referenzstromquelle 4 geschaltet wird und die Laserdiode 63 ein optisches Standardreferenzsignal abgibt, wird der Schalter 64 auf die Seite des Referenzspannungserzeugungsschaltkreises 65 geschaltet. Der Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65, der unter Bezugnahme auf die Fig. 9 und 10 wieder spezifiziert wird, hält zumindest während einer vorgegebenen Periode zwischen dem Zeitpunkt, in dem das erste optische Standardreferenzsignal übertragen wird und dem Zeitpunkt, in dem das nächste optische Standardreferenzsignal übertragen wird, den Wert der Referenzspannung  $V_{ref}$  aufrecht, der dem optischen Standardreferenzsignal entspricht. Der Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 liefert für eine vorgegebene Periode die Referenzspannung  $V_{ref}$  an den Eingangsanschluß des Komparators 24. Der Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 aktualisiert mit einer vorgegebenen Periode den Wert der Referenzspannung  $V_{ref}$ , der dem nächsten optischen Standardreferenzsignal entspricht.

Ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 6 erläutert. Bei dem sechsten Ausführungsbeispiel sind die in Fig. 5 gezeigte Referenzstromquelle 4 und der Schalter 61 fortgelassen. In diesem Fall erzeugt der Lasertreiber 62 ein elektrisches Signal und einen Gleichstromreferenzstrom, gesteuert durch eine Steuereinheit (in der Zeichnung nicht dargestellt) der Übertragungsseite LSI 1. Die Periode, in der der Gleichstromreferenzstrom erzeugt wird, d. h. die Periode, in der das optische Standardreferenzsignal gesendet wird, muß so bestimmt werden, daß die Schwankung der Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 12 während der Periode nicht groß wird. Im Vergleich zu dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel können die Referenzstromquelle 4 und der Schalter 61 fortgelassen werden. Folglich vereinfacht

sich die Schaltungsanordnung des sechsten Ausführungsbeispiels. Ein siebtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 7 erläutert. In dem siebten Ausführungsbeispiel sind eine Referenzstromquelle 4, Schalter 61 und 64 und ein Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 an jeder optischen Faser 3 angeordnet. Zur Vereinfachung der Erläuterung ist in Fig. 7 nur die Anordnung einer optischen Faser 3 gezeigt. Die Periode, in der der Gleichstromreferenzstrom erzeugt wird, d. h. die Periode, in der das optische Standardreferenzsignal gesendet wird, muß so bestimmt sein, daß die Schwankung der Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 12 während der Periode nicht groß wird. Da die in Fig. 5 gezeigte Anordnung an jeder optischen Faser 3 vorgesehen ist, kann die Schwankung der Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 12 für jede optische Faser 3 unabhängig korrigiert werden.

Bei dem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind die in Fig. 7 gezeigte Referenzstromquelle 4 und der Schalter 61 fortgelassen. In diesem Fall erzeugt der Lasertreiber 62 ein elektrisches Signal und einen Gleichstromreferenzstrom, gesteuert durch eine Steuereinheit (in der Zeichnung nicht dargestellt) der Übertragungsseite LSI 1. Der Lasertreiber 62 kann den Gleichstromreferenzstrom periodisch erzeugen. Diese Periode ist so bestimmt, daß die Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 63 nicht um einen großen Wert infolge der Wärme während der Periode schwankt.

Bei dem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erzeugt die Laserdiode 62 einen positiven Strom, dessen Wert größer als der Wert eines Referenzstroms ist und einen negativen Strom, dessen Wert kleiner als der Wert des Referenzstroms der in Fig. 6 gezeigten Anordnung ist. Diese Periode wird so bestimmt, daß die Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 63 nicht um einen großen Wert infolge der Wärme während der Periode schwankt. Es ist wünschenswert, daß der Absolutwert der Differenz zwischen dem Wert des positiven Stroms und dem des Referenzstroms gleich dem Absolutwert der Differenz zwischen dem Wert des negativen Stroms und dem des Referenzstroms ist. Die Laserdiode 63 gibt ein positives optisches Referenzsignal auf die optische Faser 3, basierend auf dem positiven Strom und ein negatives optisches Referenzsignal auf die optische Faser 3, basierend auf dem negativen Strom. Die Photodiode 22 empfängt die positiven und negativen optischen Referenzsignale und wandelt diese in entsprechende positive bzw. negative Stromsignale um. Der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 wandelt dann die positiven und negativen Stromsignale in entsprechende positive bzw. negative Spannungssignale um. Danach erzeugt der Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 die Referenzspannung  $V_{ref}$ , basierend auf den positiven und negativen Spannungssignalen. Wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Wert des positiven Stroms und dem des Referenzstroms gleich dem Absolutwert der Differenz zwischen dem Wert des negativen Stroms und dem des Referenzstroms ist, setzt der Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 65 den Durchschnitt aus dem positiven Spannungssignal und dem negativen Spannungssignal auf die Referenzspannung  $V_{ref}$ . In den zuvor erläuterten Ausführungsbeispielen wird dann die Referenzspannung  $V_{ref}$  mit dem Spannungssignal verglichen.

Ein zehntes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 8 erläutert. Im zehnten Ausführungsbeispiel ist ein Taktgeber 70 mit einem Lasertreiber 62 verbunden. In diesem Fall ist ein Glättungsschaltkreis 80 auf der Empfangsseite LSI 2 als Mittel zur Erzeugung einer Referenzspannung  $V_{ref}$  vorgesehen. Wenn parallel optische Signale gesendet werden sollen, ist zur

Synchronisierung aller Signale eine Anordnung vorgesehen, die ein Taktsignal zusammen mit dem Daten (optische Signale) sendet. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Referenzspannung  $V_{ref}$  unter Verwendung dieses Taktsignals erzeugt. Im folgenden wird die Arbeitsweise des vorliegenden Ausführungsbeispiels erläutert.

Der Lasertreiber 62 verstärkt das Datensignal, welches ein elektrisches Signal ist, und das Taktsignal und leitet diese weiter zur Laserdiode 63. Die Laserdiode 63 erzeugt basierend auf dem elektrischen Signal ein optisches Signal. Ferner erzeugt die Laserdiode 63, basierend auf dem Taktsignal ein binäres optisches Referenzsignal, das dem binären Ausgang des Taktsignals entspricht. Das optische Signal und das binäre optische Referenzsignal werden über die optische Faser 3 zur Photodiode 22 gesendet. Die Photodiode 22 empfängt das optische Signal und das binäre optische Referenzsignal und wandelt diese in ein entsprechendes Stromsignal bzw. in ein entsprechendes binäres Referenzstromsignal um. Nachdem der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 das binäre Referenzstromsignal in ein binäres Referenzspannungssignal umgewandelt hat, sendet der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 das binäre Referenzspannungssignal an den Glättungsschaltkreis 80. Der Glättungsschaltkreis 80 nimmt das zeitliche Mittel des binären Referenzspannungssignal und setzt die Referenzspannung  $V_{ref}$  gleich diesem zeitlichen Mittel. Die Periode, über der das zeitliche Mittel des binären Referenzspannungssignals aufgenommen wird, ist so bestimmt, daß die Emissionsleistungsintensität der Laserdiode 63 infolge der Wärme während der Periode nicht um einen großen Wert schwankt. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Referenzspannung  $V_{ref}$  unter Verwendung eines Taktsignals mit konstanter Periode erzeugt. Es ist jedoch auch möglich, eine Referenzspannung  $V_{ref}$  unter Verwendung eines Binärsignals zu erzeugen, das ein binäres Ausgangssignal mit einem vorgegebenen Tastverhältnis erzeugt. Auf der anderen Seite sendet der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 das Spannungssignal an den Komparator 24 nach dem der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 das Stromsignal in ein Spannungssignal umgewandelt hat. Wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen vergleicht der Komparator 24 das Spannungssignal mit der Referenzspannung  $V_{ref}$ .

Bei den oben erläuterten Ausführungsbeispielen ist es zur Steigerung der Genauigkeit der Vorrichtung wünschenswert, daß die Charakteristika-Einstellungen der Laserdioden 12 und die der Photodioden 22, die primär während des Herstellungsvorganges erzeugt werden, justierbar sind. Hierfür werden beispielsweise die Charakteristika der Laserdioden 12 und der Photodioden 2 gemessen. Ausgehend von diesen Messungen werden die Treiberströme der Laserdioden 12 so eingestellt, daß die Ausgangssignale der Laserdioden 12 einheitlich werden und die empfangsseitigen Verstärkungen der Photodioden 22 werden so eingestellt, daß die Ausgangssignale der Photodioden 22 gleich werden. Diese einjustierten Werte, die auf den Charakteristika-Einstellungen beruhen, können beispielsweise in einem EEPROM oder in einem Speicher eines Steuerschaltkreises gespeichert werden.

Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Referenzspannungsschaltkreises 63, der die Referenzspannung  $V_{ref}$  speichert und weiterleitet. Dieser Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 63 weist einen A/D-Wandler 71 auf, einen Speicher 72 und einen D/A-Wandler 73. Die Referenzspannung  $V_{ref}$  die der Strom-Spannungswandlerschaltkreis 21 umgewandelt hat, wird durch den A/D-Wandler 71 in ein Digitalsignal umgewandelt und dann im Speicher 72 gespeichert. Der D/A-Wandler 73 wandelt dann den gespeicherten Wert der Referenzspannung  $V_{ref}$  in ein Analogsignal um.

Die Referenzspannung  $V_{ref}$ , die in ein Analogsignal umgewandelt worden ist, wird fortwährend zum Komparator 24 geleitet, bis das nächste optische Standardreferenzsignal getragen wird.

Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Referenzspannungserzeugungsschaltkreises 63, der die weitergeleitete Referenzspannung  $V_{ref}$  speichert und weiterleitet. Dieser Referenzspannungserzeugungsschaltkreis 63 ist ein Analogspeicher mit einem Kondensator 61 und einem Differenzverstärker 82. Zunächst wird der Schalter 64 geschlossen und die Referenzspannung  $V_{ref}$  wird weitergeleitet. Wenn elektrische Ladung im Kondensator 61 gespeichert ist, öffnet der Schalter 64 und die Referenzspannung  $V_{ref}$  wird vom Differenzverstärker 82 an den Komparator 24 weitergeleitet.

Wie oben erklärt worden ist, sind gemäß der vorliegenden Erfindung auf der Übertragungsseite eine Referenzspannungsquelle zum Abgeben eines Stroms als Gleichstromreferenzstrom, dessen Wert einem vorgegebenen Verhältnis des Treiberstroms des Lasertreibers und einer Referenzlaserdiode entspricht, die gesteuert durch den Gleichstromreferenzstrom ein optisches Standardreferenzsignal emittiert. Ferner ist ein Komparator vorgesehen, dem ein Spannungssignal, das dem Gleichstromreferenzstrom entspricht, der durch einen Strom-Spannungswandlerschaltkreis umgewandelt worden ist, als Referenzspannung zugeführt wird. Folglich, selbst wenn sich die Lichtintensität des Übertragungssignals ändert, wenn sich die Umgebungstemperatur, die selbsterzeugte Wärme und die Energiequellenspannung der Laserdioden ändern, heben sich die einzelnen Änderungskomponenten auf. Auf diese Weise kann eine parallele optische Signalübertragungsvorrichtung geschaffen werden, die verhindert, daß ihre zeitliche Exaktheit gestört wird.

Ferner heben bei der parallelen optischen Signalübertragungsvorrichtung durch die Anordnung der Laserdioden in Form eines Laserdiodenfeldes die Veränderungen der Charakteristika, die durch die Veränderungen der selbsterzeugten Wärme der Laserdioden hervorgerufen werden, einander auf. Folglich können die Veränderungen der Charakteristika, die durch Veränderungen der selbsterzeugten Wärme der Laserdioden hervorgerufen werden, kontrolliert werden, was vorteilhaft ist.

Ferner kann bei der parallelen optischen Signalübertragungsvorrichtung durch die Anordnung der Lasertreiber und einer Referenzstromquelle auf der Übertragungsseite LSI zusammen mit weiteren logischen Schaltkreisen und durch Anordnung eines Strom-Spannungswandlerschaltkreises und eines Komparators auf der Empfangsseite LSI zusammen mit weiteren Schaltkreisen eine hohe Packungsdichte ohne irgendwelche externen Schaltkreise erreicht werden, wobei sich die Energieverbrauchsmenge infolge der Signalübertragung erheblich reduzieren läßt und der Schaltkreisbetrieb kann beschleunigt werden.

Ferner wird bei der parallelen optischen Signalübertragungsvorrichtung durch gemeinsames Verwenden eines Emissionsleistungskompensierungsschaltkreises die Strom-Emissionsleistungscharakteristik der Laserdiode zusätzlich stabilisiert.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand ihrer Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist der Umfang der vorliegenden Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Der Fachmann kann zahlreiche Modifikationen und Verbesserungen an den Ausführungsbeispielen vornehmen. Aus den Ansprüchen geht hervor, daß solche modifizierten oder verbesserten Ausführungsbeispiele ebenfalls vom Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abgedeckt sind.



1. Optische Signalübertragungsvorrichtung mit einem Lasertreiber zum Verstärken eines zu übertragenden elektrischen Signals und einer optischen Signallaserdiode, zum Abgeben eines optischen Signals, das auf dem elektrischen Signal basiert, mit:  
einer Referenzstromquelle, die als Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis eines Maximalstromwerts des elektrischen Signals liefert; und  
einer Referenzlaserdiode, die Standardreferenzlicht erzeugt, gesteuert durch den Referenzstrom.
2. Optische Signalübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1, mit einer Vielzahl der Lasertreiber, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale abgeben.
3. Optische Signalübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Laserdiode und die Referenzlaserdiode als Laserdiodenfeld angeordnet sind.
4. Optische Signalübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Referenzstromquelle als Referenzstrom annähernd  $1/2$  des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt.
5. Optische Signalübertragungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Referenzlaserdiode ständig Standardreferenzlicht abgibt.
6. Optische Signalleitungsvorrichtung mit:  
einer Übertragungseinheit, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal überträgt, mit:  
einem Lasertreiber zum Verstärken des elektrischen Signals;  
einer optischen Signallaserdiode, die das optische Signal abgibt, basierend auf dem elektrischen Signal, das der Lasertreiber verstärkt hat;  
einer Referenzstromquelle, die als übertragungsseitigen Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt; und  
einer Referenzlaserdiode, die Standardreferenzlicht abgibt, basierend auf dem übertragungsseitigen Referenzstrom;  
einer optischen Faser, zum Weiterleiten des optischen Signals; und  
einer Empfangseinheit, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser weitergeleitet wird, mit:  
einer Stromsignalphotodiode, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist und die das optische Signal in ein entsprechendes Stromsignal umwandelt;  
einer Referenzstromphotodiode, die das Standardreferenzlicht empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist und die das Standardreferenzlicht in einen entsprechenden empfängerseitigen Referenzstrom umwandelt;  
einem Strom-Spannungswandlerschaltkreis, der das entsprechende Stromsignal und den entsprechenden empfängerseitigen Referenzstrom in ein Spannungssignal bzw. eine Referenzspannung umwandelt, und einem Komparator, der das Spannungssignal mit der Referenzspannung vergleicht.
7. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Übertragungseinheit eine Vielzahl der Lasertreiber aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale erzeugen.
8. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Empfangseinheit eine Vielzahl der Komparatoren aufweist, die parallel eine Vielzahl der

Spannungssignale mit der Referenzspannung vergleichen.

9. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die optische Signallaserdiode und die Referenzlaserdiode als Laserdiodenfeld angeordnet sind.
10. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Referenzstromquelle als übertragungsseitigen Referenzstrom annähernd  $1/2$  des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt.
11. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Referenzlaserdiode ständig das Standardreferenzlicht abgibt.
12. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Übertragungseinheit ferner eine Übertragungsseite LSI aufweist, die das elektrische Signal abgibt und bei der der Lasertreiber und die Referenzstromquelle in die Übertragungsseite LSI integriert sind.
13. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Empfangseinheit ferner eine Empfangsseite LSI aufweist, die ein Vergleichsergebnis des Komparators in ein entsprechendes ursprüngliches elektrisches Signal umwandelt.
14. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 13, bei der der Stromspannungswandlerschaltkreis und der Komparator in die Empfangsseite LSI integriert sind.
15. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Übertragungseinheit ferner einen Emissionsleistungskompensierungsschaltkreis aufweist, mit:  
einer Kompensierungsphotodiode, die einen Teil eines von der Referenzlaserdiode abgegebenen Lichts empfängt, das abgegebene Licht in einen entsprechenden Kompensierungsstrom umwandelt und den entsprechenden Kompensierungsstrom abgibt; und  
eine Kompensierungsstrom-Spannungswandlerschaltkreis, der den Kompensierungsstrom, den die Kompensierungsphotodiode abgegeben hat, in eine Kompensierungsspannung umwandelt und die Kompensierungsspannung liefert;  
so daß der Emissionsleistungskompensierungsschaltkreis die Kompensierungsspannung, die der Kompensierungsstrom-Spannungswandlerschaltkreis geliefert hat, zurück zu dem Lasertreiber und der Referenzstromquelle führt.
16. Optische Signalübertragungsvorrichtung mit:  
einem Lasertreiber zum Verstärken eines zu übertragenden elektrischen Signals;  
einer Referenzstromquelle, die als Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis eines Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt;  
einer Laserdiode, die ein optisches Signal und Standardreferenzlicht abgibt, basierend auf dem elektrischen Signal bzw. auf dem Referenzstrom; und  
einem übertragungsseitigen Schalter, der wahlweise eine Verbindung mit dem Lasertreiber oder der Referenzstromquelle herstellt.
17. Optische Signalübertragungsvorrichtung nach Anspruch 16 mit einer Vielzahl der Lasertreiber, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale abgeben.
18. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung mit:  
einer Übertragungseinheit, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal überträgt mit:  
einem Lasertreiber zum Verstärken des elektrischen Signals,

einer Referenzstromquelle, die als übertragungsseitigen Referenzstrom ein vorgegebenes Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals abgibt; einer Laserdiode, die das optische Signal abgibt, basierend auf dem elektrischen Signal, das der Lasertreiber verstärkt hat, und die Standardreferenzlicht abgibt, basierend auf dem übertragungsseitigen Referenzstrom; und einem übertragungsseitigen Schalter, der die Laserdiode wahlweise mit dem Lasertreiber oder der Referenzstromquelle verbindet; einer optischen Faser zum Weiterleiten des optischen Signals; und einer Empfangseinheit, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser weitergeleitet wird, mit:

einer Photodiode, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist, die das optische Signal in ein entsprechendes Stromsignal umwandelt, die das Standardreferenzlicht empfängt und das Standardreferenzlicht in einen entsprechenden empfangsseitigen Referenzstrom umwandelt; einem Strom-Spannungswandlerschaltkreis, der das entsprechende Stromsignal und den entsprechenden empfangsseitigen Referenzstrom in ein Spannungssignal bzw. in eine Referenzspannung umwandelt; und einem Komparator, der das Spannungssignal mit der Referenzspannung vergleicht.

19. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Übertragungseinheit eine Vielzahl der Lasertreiber aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale abgeben.

20. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 19, bei der die Empfangseinheit eine Vielzahl der Komparatoren aufweist, die parallel eine Vielzahl der Spannungssignale mit der Referenzspannung vergleichen.

21. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Empfangseinheit ferner einen Referenzspannungserzeugungsschaltkreis aufweist, der die Referenzspannung dem Komparator aufprägt.

22. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 21, bei der die Empfangseinheit ferner einen empfangsseitigen Schalter aufweist, der die Referenzspannung dem Referenzspannungserzeugungsschaltkreis zuführt, wenn der Strom-Spannungswandlerschaltkreis die Referenzspannung abgibt.

23. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 18 bei der der übertragungsseitige Schalter periodisch auf die Referenzstromquelle geschaltet wird.

24. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 23, bei der eine Periode, in welcher der übertragungsseitige Schalter auf die Referenzstromquelle geschaltet ist, so festgelegt ist, daß eine Schwankung einer Emissionsleistungsintensität der Laserdiode nicht um einen großen Wert während der Periode ansteigt.

25. Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals von einer Übertragungseinheit, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und die das optische Signal über eine optische Faser überträgt, zum Weiterleiten des optischen Signals an eine Empfangseinheit, zum Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist, mit folgenden Schritten:

Abgeben des elektrischen Signals durch die Übertragungseinheit;

periodisches Abgeben eines vorgegebenen Verhältnisses eines Maximalstromwerts des elektrischen Signals--

der Übertragungseinheit als übertragungsseitigen Referenzstrom;

Abgeben des optischen Signals an die optische Faser, basierend auf dem elektrischen Signal, und

Abgeben von Standardreferenzlicht an die optische Faser, basierend auf dem übertragungsseitigen Referenzstrom der Übertragungseinheit;

Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet wird und Umwandeln des optischen Signals in ein entsprechendes Stromsignal und Empfangen des Standardreferenzlichts, das durch die optische Faser weitergeleitet wird und Umwandeln des Standardreferenzlichts in einen entsprechenden empfangsseitigen Referenzstrom in der Empfangseinheit;

Umwandeln des entsprechenden Stromsignals in ein Spannungssignal und Umwandeln des entsprechenden empfangsseitigen Referenzstroms in eine Referenzspannung in der Empfangseinheit; und

Vergleichen des Spannungssignals mit der Referenzspannung in der Empfangseinheit.

26. Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals nach Anspruch 25, bei dem eine Vielzahl der elektrischen Signale in dem Schritt des Abgebens des elektrischen Signals parallel abgegeben werden.

27. Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals von einer Übertragungseinheit, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal weiterleitet, über eine optische Faser, zum Weiterleiten des optischen Signals an eine Empfangseinheit, zum Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist, mit folgenden Schritten:

Abgeben des elektrischen Signals durch die Übertragungseinheit, periodisches Abgeben eines positiven Stroms mit einem Wert, der größer als ein vorgegebenes Verhältnis eines Maximalstromwerts des elektrischen Signals ist und eines negativen Stroms mit einem Wert, der kleiner als das vorgegebene Verhältnis des Maximalstromwerts des elektrischen Signals der Übertragungseinheit ist;

Abgeben des optischen Signals an die optische Faser, basierend auf dem elektrischen Signal,

Abgeben von positivem Referenzlicht an die optische Faser, basierend auf dem positiven Strom und Abgeben von negativem Referenzlicht an die optische Faser, basierend auf dem negativen Strom der Übertragungseinheit;

Empfangen des optischen Signals, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist und Umwandeln des optischen Signals in ein entsprechendes Stromsignal, Empfangen des positiven Referenzlichts, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist und Umwandeln des positiven Referenzlichts in einen entsprechenden positiven Strom und Empfangen des negativen Referenzlichts, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist und Umwandeln des negativen Referenzlichts in einen entsprechenden negativen Strom in der Empfangseinheit;

Umwandeln des entsprechenden Stromsignals, das dem optischen Signal entspricht, in ein Spannungssignal in der Empfangseinheit;

Erzeugen einer Referenzspannung, basierend auf dem entsprechenden positiven Strom und dem entsprechenden negativen Strom in der Empfangseinheit; und

Vergleichen des Spannungssignals mit der Referenzspannung in der Empfangseinheit.

28. Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Si-

gnals nach Anspruch 27, bei dem eine Vielzahl der elektrischen Signale parallel in dem Schritt des Abgebens des elektrischen Signals abgegeben werden.

29. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung mit: einer Übertragungseinheit, die ein elektrisches Signal in ein optisches Signal umwandelt und das optische Signal überträgt, mit:

einem Lasertreiber zum Verstärken des elektrischen Signals;

einer Binärsignalquelle, die ein binäres Ausgangssignal mit einem vorgegebenen Tastverhältnis an den Lasertreiber liefert; und

einer Laserdiode, die das optische Signal abgibt, basierend auf dem elektrischen Signal und binäres Referenzlicht, basierend auf dem binären Ausgangssignal;

einer optischen Faser, zum Weiterleiten des optischen Signals; und

einer Empfangseinheit, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser weitergeleitet worden ist, mit:

einer Photodiode, die das optische Signal empfängt, das durch die optische Faser übertragen worden ist und die das optische Signal in ein entsprechendes Stromsignal umwandelt, die das binäre Referenzlicht empfängt und das binäre Referenzlicht in einen entsprechenden binären Referenzstrom umwandelt;

einem Strom-Spannungswandlerschaltkreis, der das entsprechende Stromsignal und den entsprechenden binären Referenzstrom in ein Spannungssignal bzw. eine binäre Referenzspannung umwandelt; einen Glättungsschaltkreis, der eine einwertige Referenzspannung liefert, basierend auf der binären Referenzspannung bzw. dem vorgegebenen Tastverhältnis; und einem Komparator, der das Spannungssignal mit der Referenzspannung vergleicht.

30. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 29, bei der die Übertragungseinheit eine Vielzahl der Lasertreiber aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale abgeben.

31. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 30, bei der die Empfangseinheit eine Vielzahl der Komparatoren aufweist, die parallel eine Vielzahl der elektrischen Signale mit der Referenzspannung vergleichen.

32. Optische Signalweiterleitungsvorrichtung nach Anspruch 29, bei der die Binärsignalquelle eine Taktsignalquelle ist.

33. Optische Signalübertragungsvorrichtung, gekennzeichnet durch eine Laserdiode zum Umwandeln eines elektrischen Signals in ein optisches Signal und eine Referenzstromquelle (4) zum Zuführen eines vorgegebenen Verhältnisses eines Maximums des elektrischen Signals an die Laserdiode.

34. Optisches Signalweiterleitungsvorrichtung, gekennzeichnet durch eine Laserdiode zum Umwandeln eines elektrischen Signals in ein optisches Signal und zum Übertragen des optischen Signals, und einen Lasertreiber (11) zum Zuführen eines vorgegebenen Verhältnisses eines Maximums des elektrischen Signals an die Laserdiode.

35. Optische Signalübertragungsvorrichtung, optische Weiterleitungsvorrichtung oder Verfahren zum Weiterleiten eines optischen Signals, wie sie hier im wesentlichen beschrieben sind.

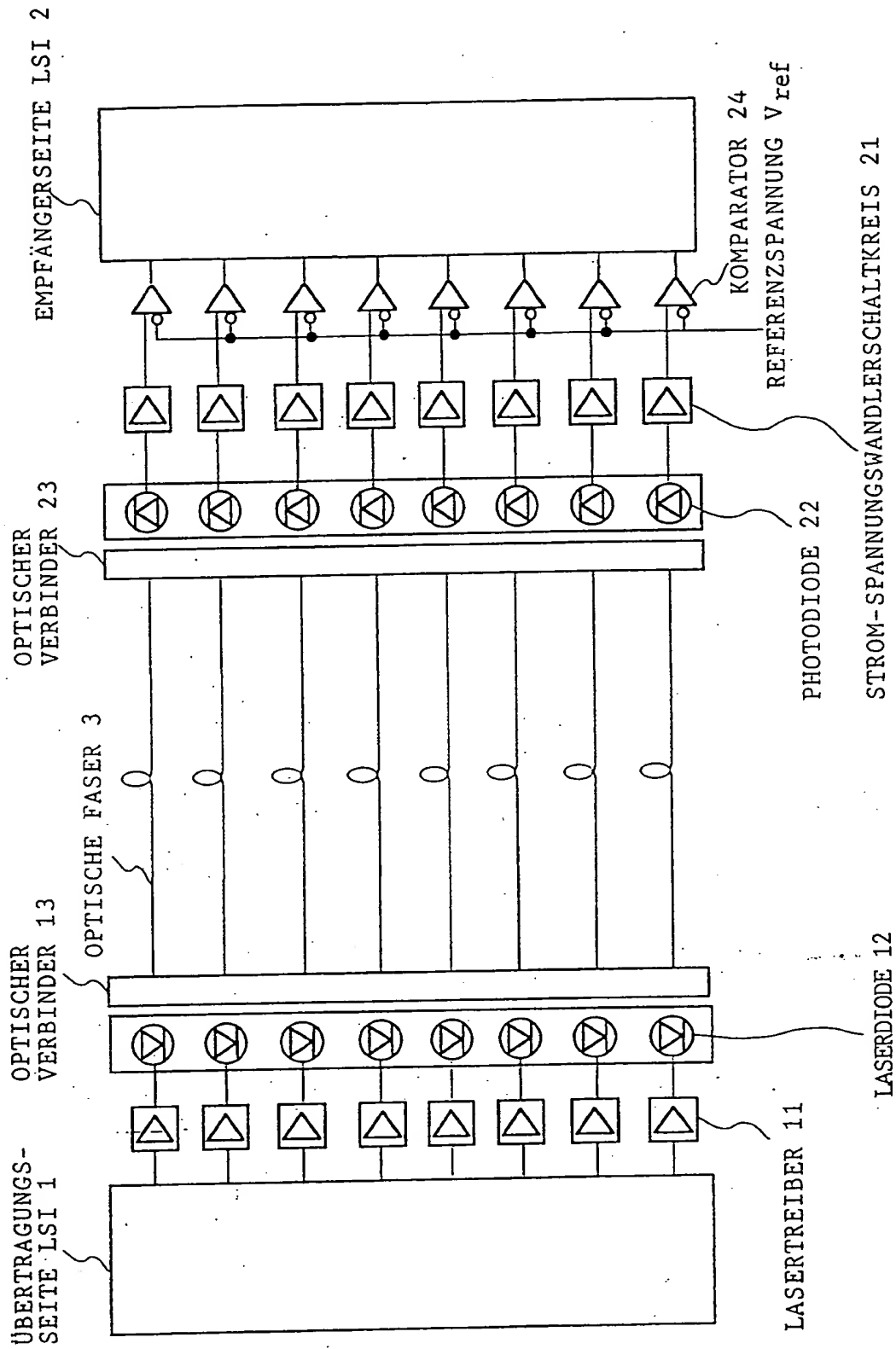


FIG. 1

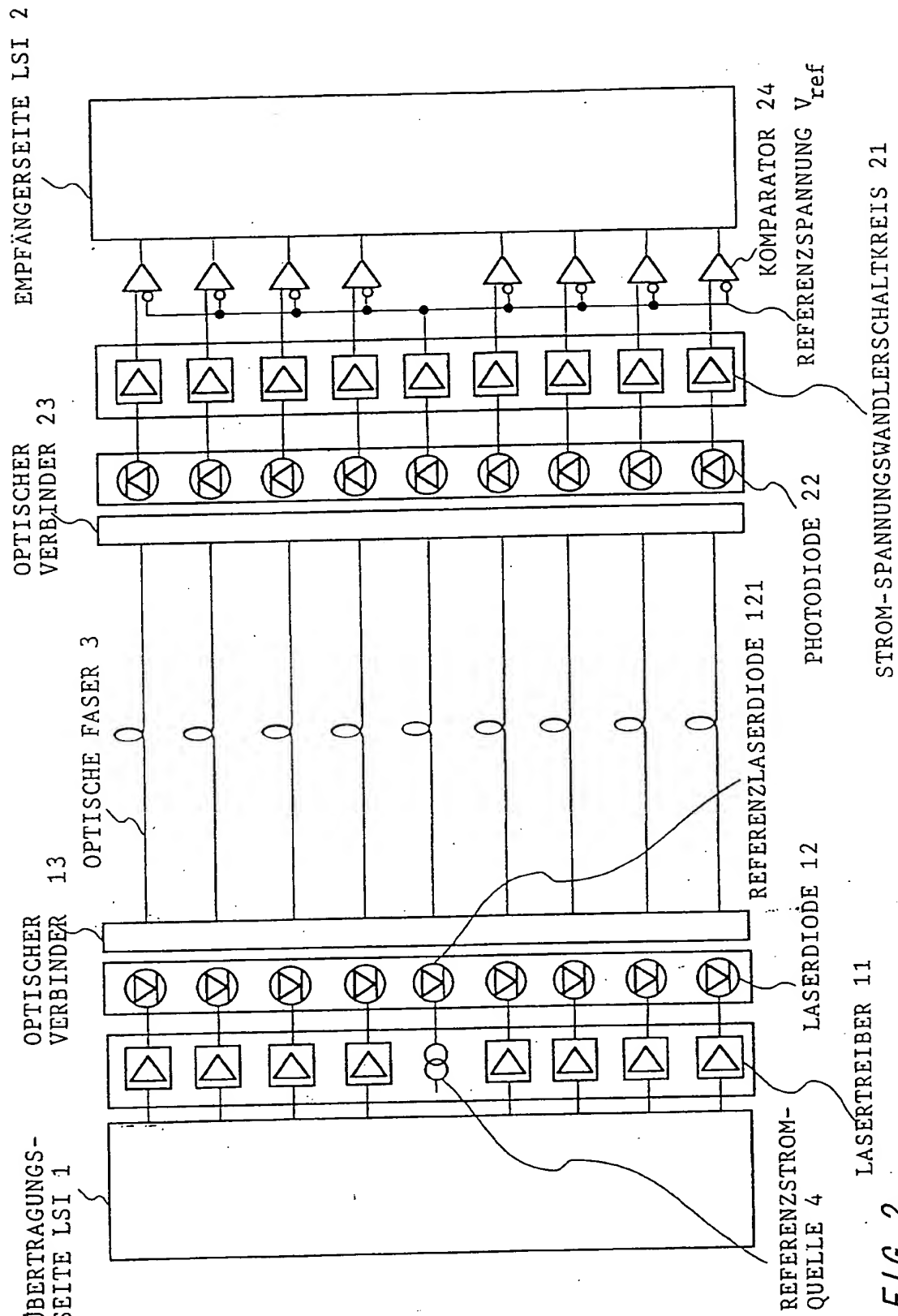


FIG. 2

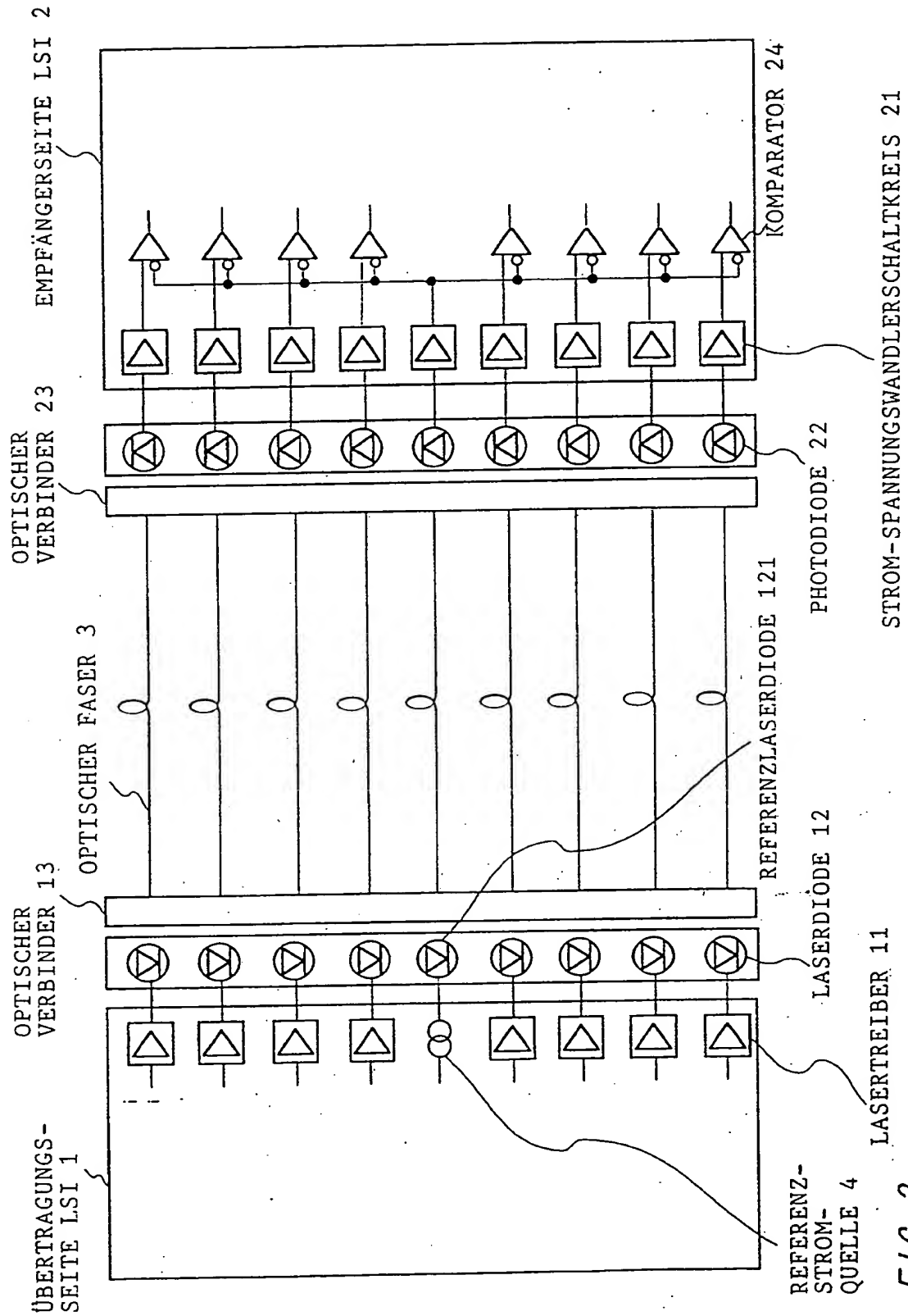


FIG. 3



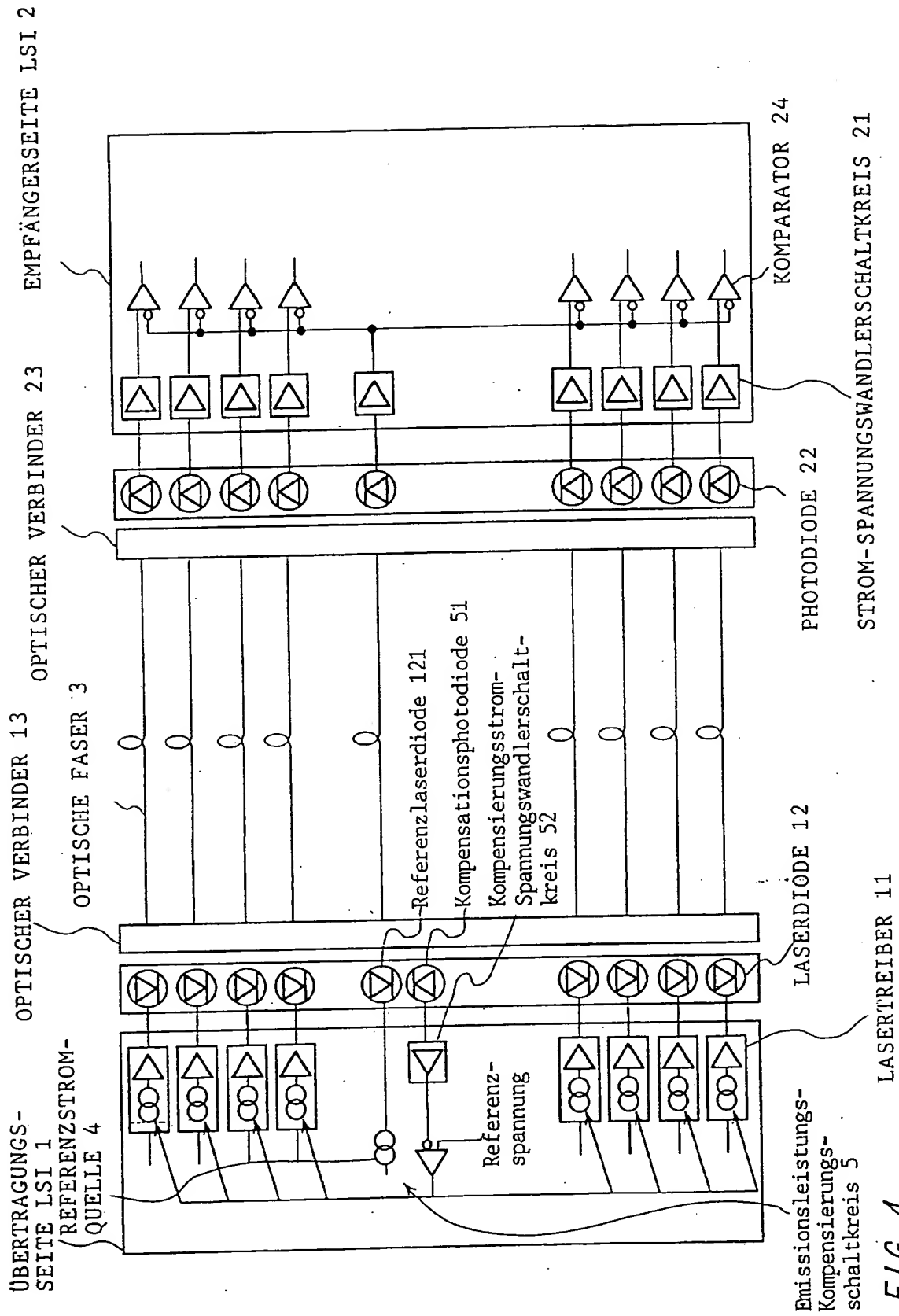


FIG. 4

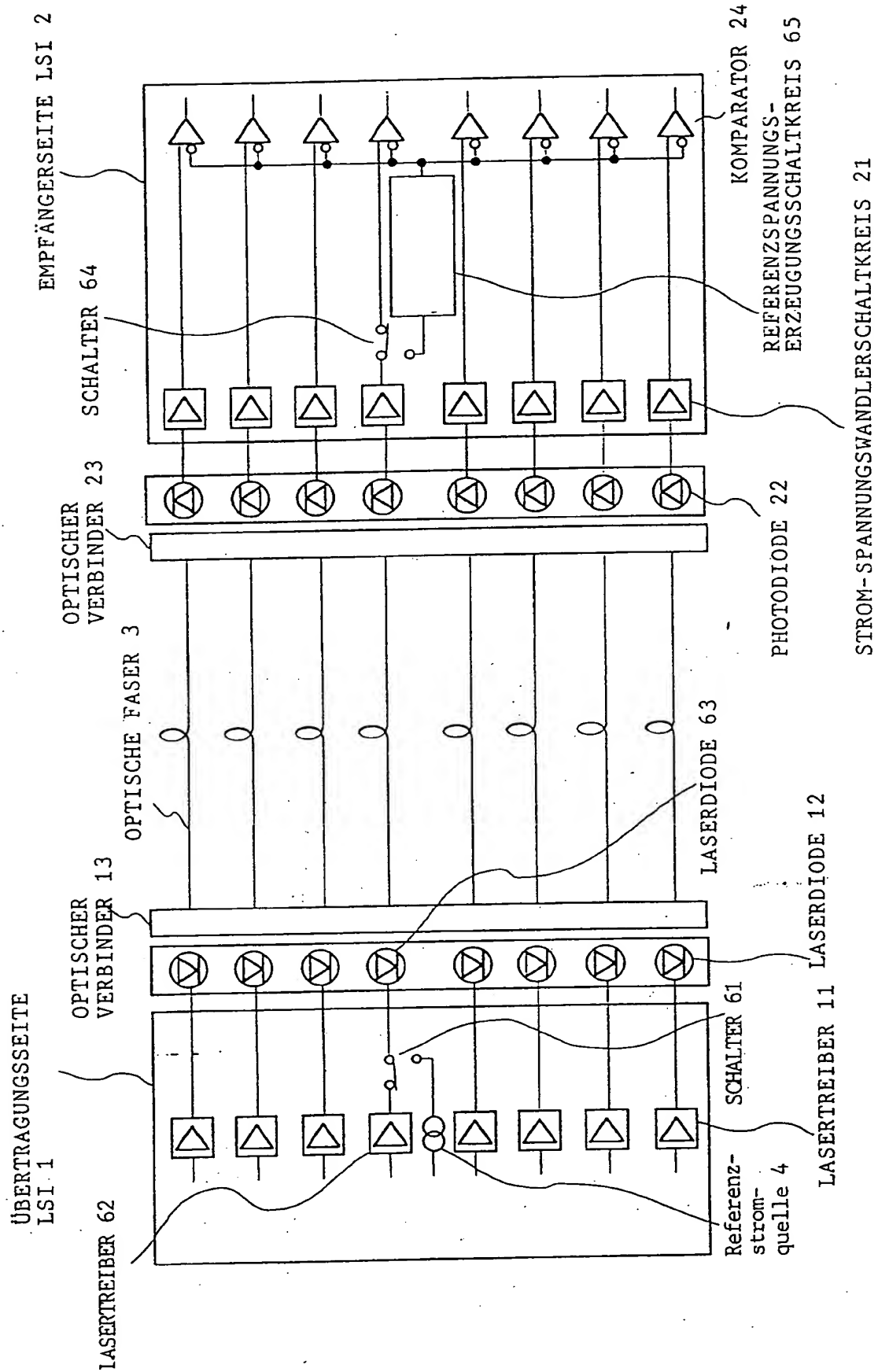


FIG. 5

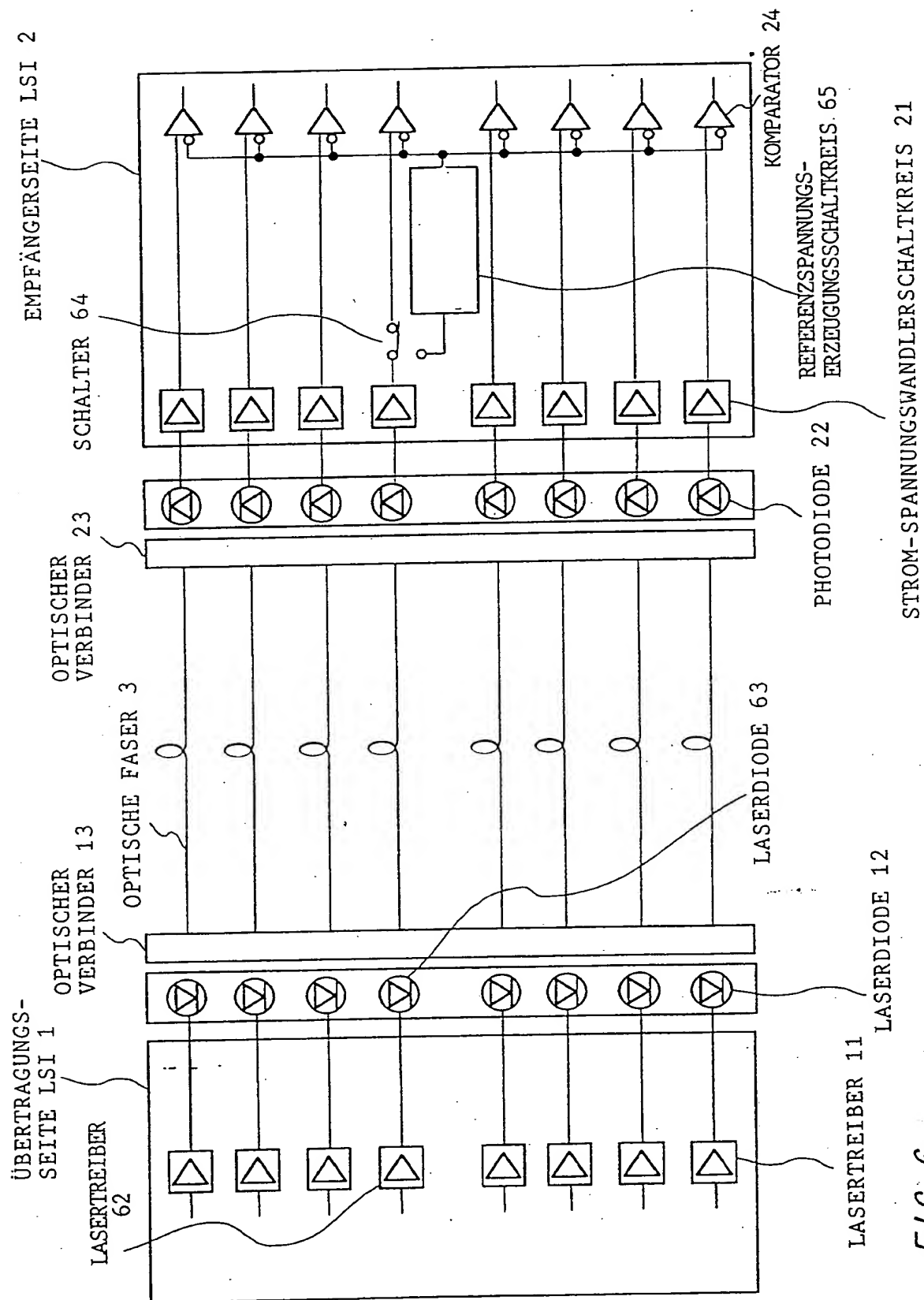


FIG. 6

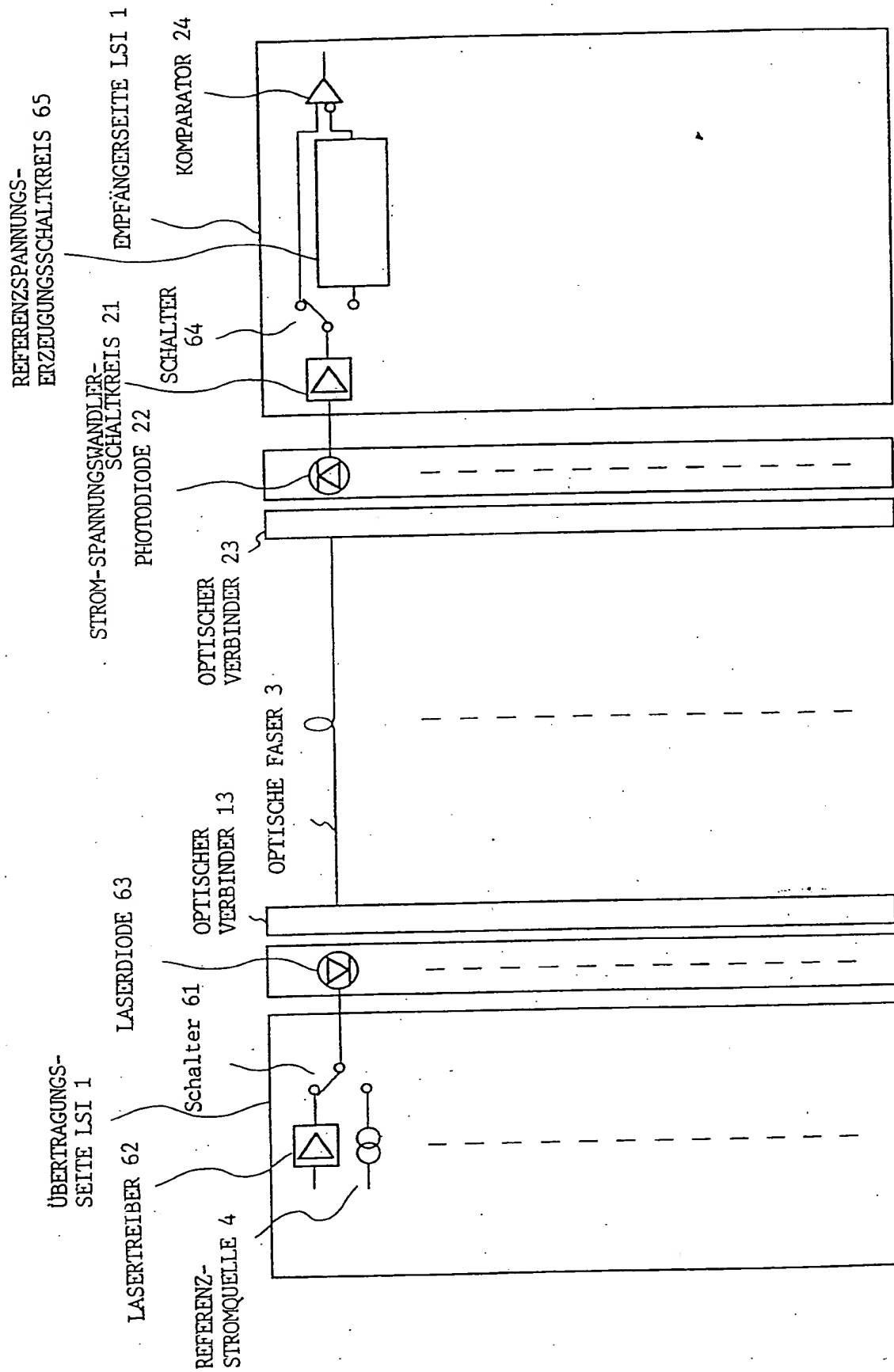


FIG. 7

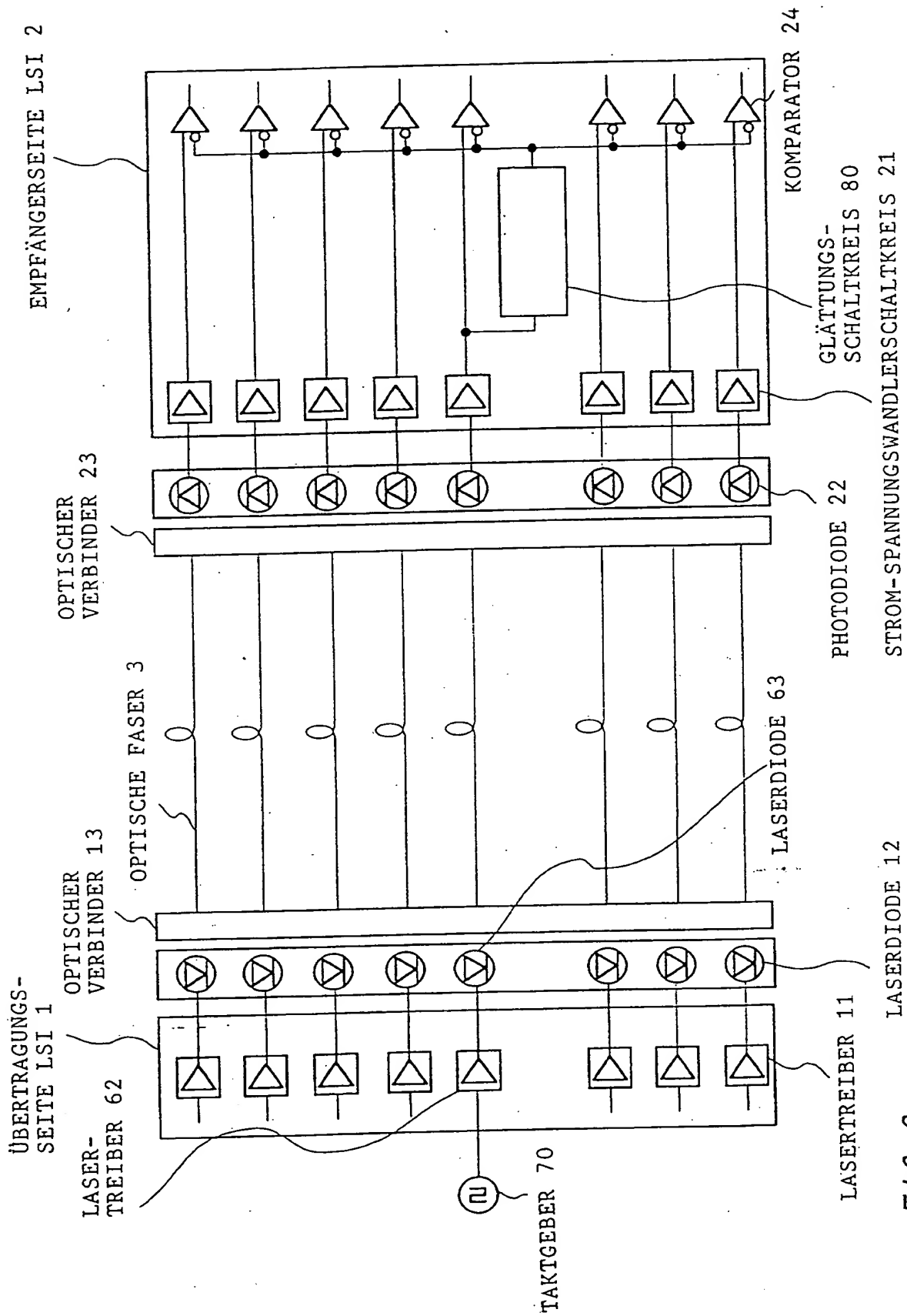


FIG. 8

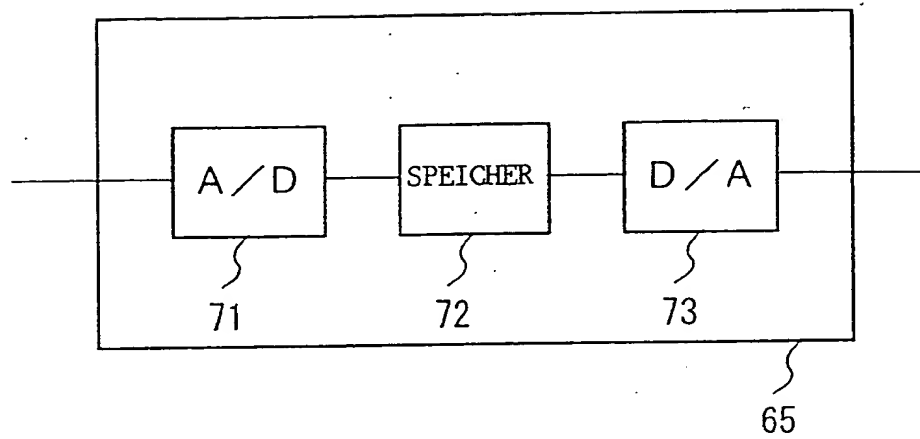


FIG. 9

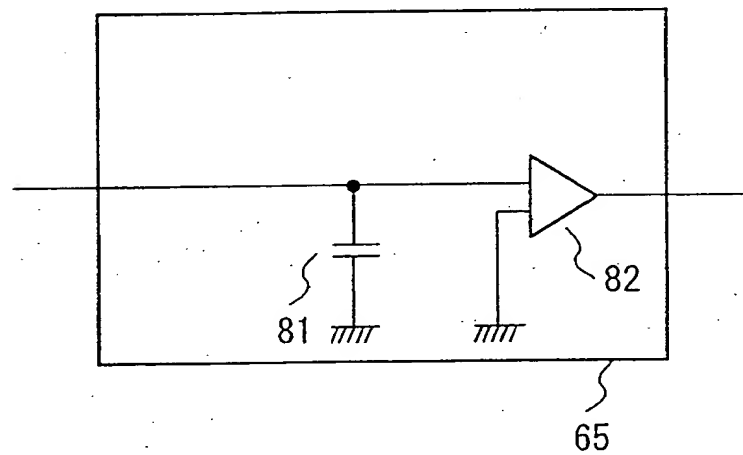


FIG. 10